雜草逆境對不整地栽培玉米生育之影響

楊　純　明
臺灣省農業試驗所農藝系

摘　要

臺灣地區玉米的種植面積、單位產量、及生產總量自光復以來即逐年的增加，近年來已成爲最主要的雜糧作物。玉米在生育的過程中必將遭遇許多逆境，而雜草的發生與干擾是無可避免的一項。爲求穩定玉米的生產，除了應持續遺傳育種研究以改進品質、產量及對環境的適應性外，更應思謀改善其生產環境，減少或避免逆境效應，以充分發揮其作物之生產潛能。不整地栽培是因應降低生產成本的一項對策，從而提高玉米生產的經濟效益。欲行不整地栽培，當首先瞭解已存在於田區自然繁衍的雜草族群的干擾效應及除草成效，方能據以研擬雜草管理策略。本文綜合近年來的研究成果，以陳述雜草逆境對不整地栽培玉米生育的影響，同時兼述雜草干擾時期及雜草量與玉米產量之關係，期能有助於改進不整地玉米田的雜草管理。

關鍵詞: 雜草逆境、干擾、不整地栽培、玉米、生育。

前　言

臺灣地區玉米種植面積自光復以來即逐年的增加，從 1945 年的 2,115 公頃至 1989 年的 82,858 公頃達到最高峰，近年來約維持在八萬公頃上下 (表一)。單位面積產量亦呈增加趨勢，1945 年每公頃產量僅 846 公噸，至 1993 年則提高爲4,506 公噸/公頃。因此，總產量隨之增加；在 1945-1993 年的四十九年間，產量自 1,789 公噸升至 346,210 公噸，增加約 194 倍。由以上臺灣農業年報的統計數字顯示，臺灣地區的玉米生產緊隨著農業科技的發展與民生的需求而成長，並因此成爲最主要的雜糧作物。然而玉米是否業已發揮其應有之生產潛能呢？此一問題值得吾人深思、探討。

作物的生產，是其生產潛能與環境限制妥協的結果，亦即作物遺傳組成與環境因子交感後的表現。廣義的作物生育環境包括氣候、土壤、病蟲害、雜草、及人爲管理措施等，每一項因子均可能密切關係著作物生產的每一環節，乃至影響其最終的產量與品質。爲求穩定作物的生產，除了應持續遺傳育種研究之外，更須積極進行逆境適應性的探討，據以減少或避免逆境效應，充分發揮作物之生產潛能。楊 (1994) 具體的指陳今後玉米生

Table 1. Cultivated hectarage, unit area production and total yield of corn in Taiwan from 1945 to 1993.

Year	Cultivated hectarage (ha)	Index (%)	Unit area production (ton/ha)	Index (%)	Total yield (ton)	Index (%)
1945	2,115	100	846	100	1,789	100
1946	4,643	220	1,634	193	7,586	424
1947	3,859	182	2,093	247	8,075	451
1948	4,034	191	1,861	220	7,507	420
1949	3,863	183	1,364	161	5,271	295
1950	5,013	237	1,319	156	6,610	369
1951	5,246	248	1,245	147	6,530	365
1952	5,115	242	1,365	161	6,981	390
1953	5,654	267	1,438	170	8,129	454
1954	8,602	407	1,295	153	11,143	623
1955	8,337	394	1,125	133	9,380	524
1956	7,716	365	1,372	162	10,586	592
1957	7,645	361	1,213	143	9,275	518
1958	9,258	438	1,331	157	12,320	689
1959	11,566	547	1,477	175	17,084	995
1960	13,854	655	1,495	177	20,717	1158
1961	3,248	154	1,772	209	27,091	1514
1962	18,357	868	1,976	234	36,265	2027
1963	19,892	941	1,797	212	34,528	1930
1964	20,557	972	2,103	249	42,100	2353
1965	18,704	884	2,207	261	41,079	2296
1966	22,328	1056	2,324	275	51,639	2886
1967	24,011	1135	2,669	315	64,082	3582
1968	21,386	1011	2,407	285	51,485	2878
1969	19,265	911	2,352	278	44,781	2503
1970	22,641	1070	2,536	300	57,416	3209
1971	22,287	1054	2,551	302	56,819	3176
1972	25,759	1218	2,740	324	70,532	3943
1973	30,667	1450	2,757	326	84,175	4705
1974	40,736	1926	2,758	326	107,098	5986
1975	49,717	2351	2,773	328	137,880	7707
1976	41,421	1958	2,758	326	114,214	6384
1977	36,236	1713	2,635	311	95,001	5310
1978	37,135	1756	2,899	343	107,169	5990
1979	33,953	1605	2,912	344	98,514	5507
1980	40,373	1909	2,878	340	115,141	6436
1981	35,781	1692	2,730	323	96,226	5379
1982	39,126	1850	3,028	358	118,419	6619
1983	43,691	2066	3,289	389	143,165	8003
1984	52,604	2487	3,638	430	189,855	10612
1985	62,535	2957	3,667	433	226,010	12633
1986	76,762	3629	3,628	429	271,660	15185
1987	79,327	3751	3,878	458	306,902	17155
1988	82,162	3885	3,913	463	321,194	17954
1989	82,858	3918	4,063	480	328,543	18365
1990	81,773	3866	4,172	493	339,436	18974
1991	76,677	3625	4,327	511	321,322	17961
1992	77,217	3651	4,431	524	338,804	18938
1993	77,323	3656	4,506	533	346,210	19352
Total	1,523,029		121,547		4,933,738	
Average	31,082		2,481		100,689	

Data adapted from Taiwan Agricultural Yearbook, 1945-1993.

產的不二方向為提高其經濟效益，此點可分從改善玉米的品質與產量、栽培環境、及生產成本等三方面著手。此外，為因應我國加入國際關貿總協定 (GATT) 或未來的國際貿易組織 (WTO) 所面臨的進出口開放，目前似僅有食用玉米為可行的研發途徑。無論如何，解決栽培環境中的雜草問題極為重要，不僅關係生產成本,更影響玉米的產量與品質。

雜草，是栽培作物以外非種植目的的植物，其存在具有空間與時間上認知的意義與特性。田間自然繁衍的雜草可對作物生產過程產生干擾，造成產量的減少、品質的降低、及收穫上的妨礙，使農民因而遭致經濟上的損失。由臺灣農業年報的資料，臺灣地區的農戶 1993 年用掉價值高達 14 億元的 18,400 公噸殺草劑 (表二)，若加上其他玉米生產所必需諸如種子、肥料、殺蟲與殺菌劑、能源及勞力等費用，土地、收後處理、儲存及運銷等成本，將使生產玉米不敷經濟利益。因此殊有必要加强試驗研究，瞭解雜草干擾對玉米的影響，研擬雜草防除與管理方案，以改進玉米栽培環境、降低生產成本。

昔日的雜草防除，是以澈底去除雜草為目標，多以低成本的化學學藥劑 (殺草劑) 為主要方法。隨著環保意識的高漲、觀念的更新及科技的進步，今日的雜草防除則以管理為出發點，實施予綜合雜草防除技術 (integrated weed control technique)，講求生態的平衡、殘毒的降低、及農業的永續經營，同時也壓低除草花費及藥劑用量，避免噴藥對環境的污染及對人體健康的傷害。據此，楊 (1994) 曾撰文闡述在不整地及整地栽培狀況下，最適的雜草管理策略，以獲得合理的玉米生產。由於降低生產成本為目前玉米栽培首要考量因素之一，而不整地栽培又為可行之栽培方式，本文因此將綜合近幾年的研究成果,深入說明雜草逆境對不整地栽培玉米生育的影響，同時兼述雜草干擾時期及雜草量與玉米產量之關係，期能有助於改進不整地玉米田的雜草管理。

Table 2. The consumption and value of herbicides used in Taiwan in 1993.

Item	Consumption (ton/year)	Index (%)	Value (NT $ 1,000)
Herbicides	18, 362	47	1, 393, 535
Insecticides	16, 657	43	1, 863, 363
Fungicides	3, 027	8	779, 369
Others	639	2	169, 711
Total	38, 685	100	4, 205, 978

Data adapted from Taiwan Agricultural Yearbook, 1993.

玉米田常見之雜草

田間自然繁衍之雜草族群相當的複雜，受到該地原始草相、耕作歷史、氣候變遷、地理特性、及人為活動等因素的影響而改變。因此，不同地區互異的草相是可以預期的，換言之各地皆有其獨特的雜草族群與分佈。文獻中針對本省玉米田草相調查者並不多見，早期林 (1968) 所做的調查顯示，禾本科、莧科、菊科、馬齒莧科、莎草科、及大戟科等六類為最主要的雜草。其後蔣和呂 (1987) 在雲林、嘉義、臺南、花蓮、及臺東等五縣進行多點逢機調查，發現以禾本科、莎草科、菊科、及闊葉雜草較為多見，尤其是禾本科及闊葉草類。近年楊等 (1993a,b) 在臺灣省農業試驗所農場 (臺中縣霧峰鄉) 1991-1993 年栽培季節的調查結果，則以禾本科及莎草科雜草為玉米田主要草類。

根據上述資料的分析，顯示一有趣的現

象，即出現於玉米田的主要雜草自 1967 年至 1993 年之間並未極顯著的改變。雖然可能是一年生或多年生的雜草，然其主要種類則有限，仍以禾本科、莎草科、菊科、及闊葉雜草類較多。支持此論點固需要佐證予長期的、多地區與多地點的調查，惟此現象若屬實將有利於玉米田雜草管理策略之研擬，因爲單純的草相畢竟較複雜者易於控制。

雜草逆境的干擾效應

田間所出現的雜草從負面的角度來看，可引起視覺感官上的不愉快，可能產生不利人體健康的問題，更可造成農作物的經濟損失。對農作物而言，幾乎作物的全生育過程均會受到雜草的影響。儘管作物已經是收穫了，收穫物仍可能參混雜草種子或植體碎裂物，帶來後處理的困擾、降低收穫物的價值 (Anderson and McWhorter, 1976)。若含著有毒物質，將傷害食用的動物。在農業生產層面，管理田間的雜草花費也相當的龐大，相關的耕犁、殺草劑、人工及其他措施的費用都必須計算在內。

當作物與雜草共同生活於可相互影響的空間內，即可發生交感作用，諸如: (1) 兩者彼此競爭自然資源 (所謂競爭作用, competition or competitive interference)，(2) 一方產生相剋物質毒害對方的生長 (即相剋作用，allelopathy or allelochmical interference)，(3) 一方寄生於對方植體上 (稱爲寄生干擾，parasitic interference)，或 (4) 一方成爲食草動物或微生物之中間寄主，形成間接干擾 (indirect interference)(Stoller et al., 1987)。作物受到雜草的干擾，輕者出現生長的阻滯，嚴重時產量與品質都可能受到影響。本文所討論內容係前兩項綜合交感所造成的結果，並不予區分個別干擾效應。

雜草逆境對玉米生育的影響

一、生長的阻滯

在田間狀況下，雜草逆境對作物生長的影響，端視雜草種類、族群密度、干擾時期、及作物的生育狀態而異，同時也因人爲管理措施而有不同。以不整地栽培的玉米而言，玉米植株高度及葉片數並未因田間自然繁衍的雜草族群干擾而顯著改變，葉面積及葉重則減少 (Yang et al., 1993a); 尤其當播後 6 週仍未實施除草處理時，差異將急劇擴大 (Yang et al., 1993a)。Hall et al. (1992) 亦指出雜草的干擾不僅降低單一葉片面積的擴張，也加速玉米植株下位葉的老化。葉面積的減少表示植株可行光合作用容積 (capacity) 及截取日照輻射能面積的降低，使乾物質生成產能未得充分發揮，因供源 (source) 不足積儲 (sink) 的需求，致生長與產量受到限制。在大豆上的試驗，也得到相同的結果 (Shibles and Weber, 1965)。由之顯示出田間已建立的雜草族群將對玉米的幼株形成極大的生長干擾，若遲至播後 6 週仍未行雜草防除措施，生長及產量的限制是可預期的。

二、發育的影響

玉米植株發育的進展似未因雜草干擾而延緩，即其抽穗吐絲期及收穫適期未出現明顯的遲鈍，達 50% 抽穗、吐絲的時間差異僅 3 日左右 (Yang et al., 1993a)。雖然如此，不整地栽培將使玉米植株建立受損，收穫時有效植株百分比降至 64-85% ，而且不整地狀況所實施的除草處理並不能增進有效植株百分比 (Yang et al., 1993a) 。此種幼苗出土及建立的挫折，乃不整地栽培先天上的限制。因此，選擇種子活力高、苗期生長旺盛品種，將有利於不整地栽培玉米幼株的建立。若加上具有對藥劑的高忍受力，更能配合田間實

際操作的需要，頗值得吾人開發、研究。

三、產量的限制

由於行不整地玉米栽培時雜草原已存在於田間，可以預見在此一栽培環境下玉米的產量將低於整地玉米栽培者 (Yang et al., 1993a,b)，惟予以適期的除草仍可獲得符合經濟效益的合理產量。圖一顯示，玉米籽粒產量確實隨著雜草干擾時期延長而遞減，具有線性關係。雖然玉米田雜草種類科屬有限，但族群的分佈、數量及出現時期仍有不同，加上氣候與土壤條件的差異，將改變玉米的營養與生殖生長，而且使產量潛能受到限制。根據圖中減產趨勢，仍可以清楚的瞭解干擾時期對玉米產量之影響。在 1991-1994 年的栽培季節 (Yang and Lu, 1994) 不整地田間雜草的全期干擾可造成秋作玉米籽粒減產至 33%，春作玉米則達 56% ，顯示雜草干擾對產量影響之嚴重性及除草之必要性。再由此試驗資料，一般而言若在播後 4-6 週仍不行除草，玉米籽粒產量將明顯下降; 換言之，不整地玉米栽培所能容忍的雜草干擾時期約爲 4-6 週，超過播種後4-6 週未予除草將致顯著減產 (P ≦ 0.05)。

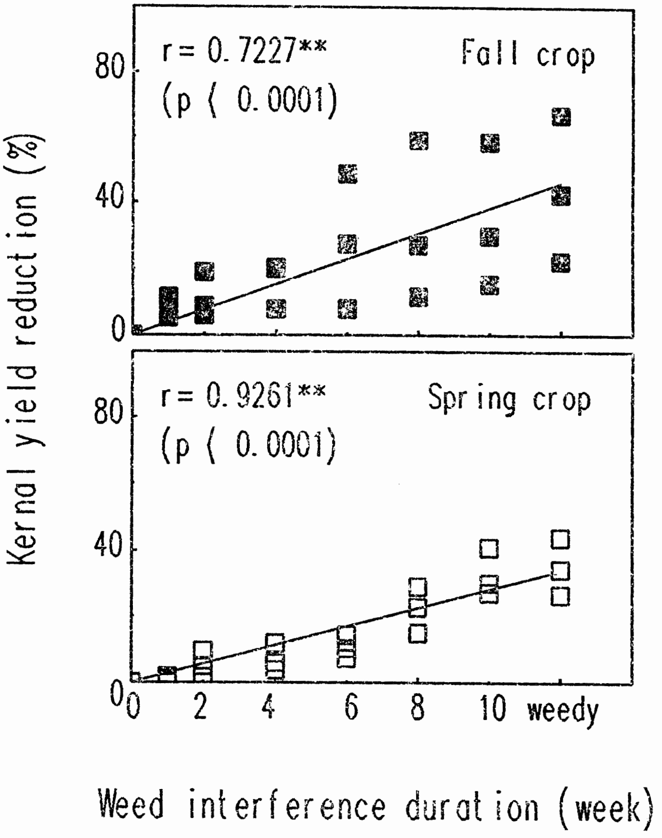

Fig. 1. The influence of increasing weed interference duration on corn (*Zea mays* L. cv. Tainung No.1) yield reduction in 1991-1994. Fall crop: 1991-1993, spring crop: 1992-1994. (Adapted from Yang and Lu, 1994)

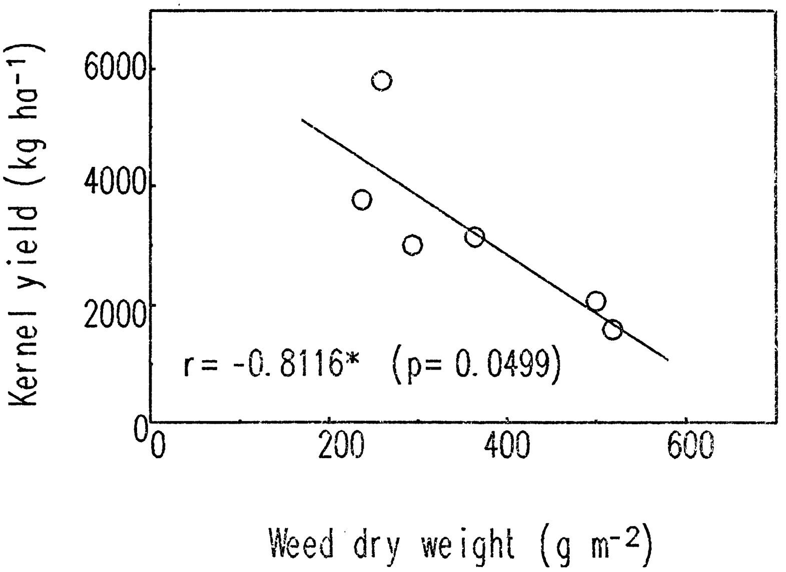

Fig. 2. The influence of increasing weed dry weight on corn (*Zea mays* L. cv. Tainung No.1) yield in 1991-1994. Fall crop: 1991-1993，spring crop: 1992-1994. (Adapted from Yang and Lu, 1994)

四、雜草量之效應

不同種類雜草具有不等的干擾能力，其出現與存在於田區的時間也不盡相同，因此一特定環境下生長的玉米受到雜草干擾後的表現自然有別。除了前述干擾時期長短可造成玉米生長與產量上的差異外,雜草族群密度 (或雜草量) 的高低亦可形成不等程度的干擾效果。Stoller et al. (1987) 分析了 18 種個別雜草族群密度對大豆造成的減產作用，雖然草類不同，但是產量隨著密度升高而遞減的趨勢是一致的。在不整地田區出現的雜草族群有多有寡 (楊，1994)，然而雜草總量的高低仍對玉米產量具有不等層次的影響。Yang and Lu (1994) 即發現玉米籽粒產量受到田間雜草量高低的影響，呈現直線相關，在 200-600 g/m^2 範圍內雜草量愈高產量愈低。因此，如何降低雜草族群的密度，亦爲不整地玉米栽培的一項重要課題。

至於採行何種除草措施 (如藥劑、機械、人工等) 及策略成效較佳，則需依照當時狀況做個案的處理。若逕於播種前實施藥劑處理除草,需考慮田區草相，噴施藥劑種類與劑量，以及其殘毒對玉米種子發芽出土的影響等，非屬本文所探討之範圍。若於播後施予藥劑防除，當依雜草種類、密度、及年齡選用合適的萌後殺草劑，再視氣候變化調整藥量與噴施次數。然而，由前述必須於播後 4-6 週前執行噴藥處理的結論，由於此時的玉米植株仍矮小，噴藥同時若未予遮蔽措施使玉米直接接觸藥劑，將影響玉米生長與產量 (Yang et al., 1992)，故應採取適當的噴藥作業及遮蔽措施，避免危及主作物玉米。

結　　語

作物生育的過程可能會遭遇到許多逆境，其中雜草的發生是無可避免的。為求降低生產成本所行的不整地栽培，田區自然繁衍之雜草族群原已存在，無法視而不見。而由本文的文獻回顧可以瞭解雜草干擾對玉米生育的嚴重影響，因此適當的雜草管理策略是必需的。但是作為不整地栽培的田區，在休耕之前仍宜稍做處理，以減少滋生的雜草密度，尤其應該避免高大粗壯的草類產生。播種之前先行酌予去除田區上的雜草，則可促進播種作業及幼苗的生長，減少玉米生育期間雜草的蔓延，值得採行。

不整地栽培下除了必要的雜草防除 (包括物理、化學、機械及人工等除草措施) 之外，尚有很多人為栽培管理方法可以達到降低雜草族群的目的，減輕環境的污染，增加作物的競爭能力。舉例而言，(1) 選育合適的品種，如高種子活力以強化幼苗之建立，耐或抗殺草劑特性以利藥劑的噴施，以及高環境適應力以增進對自然資源的競爭等。(2) 改進栽培方式，如選用適當耕犁作業以破壞雜草繁衍環境與在土層剖面的分佈，採水旱田或旱作物間輪作以削減土壤內雜草種原與改變環境生態，以及調整行株距與灌溉以減少雜草生活空間等。(3) 改善播種管理，如增加播種量以鞏固作物族群，改變栽植期以避開雜草生長適期，以及選擇適宜的肥料以加强作物的生長效率等。

雖然田間發生的雜草種類絕對不止一種，而且每一種雜草對作物的干擾能力不一，但是雜草逆境的克服對農作栽培則是必要的。本文闡述了混合雜草族群的綜合干擾效應對玉米生育的影響，卻猶有更多未知的問題亟待探討、瞭解，如個別雜草種類干擾的機制、雜草與玉米間的競爭關係、及不同除草方法的效果等，這些都是研擬實際可行的雜草管理策略必需的資訊。果若能發展出一套具體有效的管理模式溶入玉米生產系統中，將對延續臺灣地區玉米生產有很大助益。

誌　　謝

本文研究部份承行政院農業委員會經費補助 (81-農建-12.2-糧-47(4)，82-科技- 2.1-糧-33(4)，及83-科技-2.1-糧-11(4))，特以致謝。作者並藉此向本系盧煌勝博士所提供的協助及對計畫的支持，表示由衷的感謝。

引用文獻

1. 林正義。1967。臺灣耕地之雜草 (第一卷)，第 38 頁。臺灣大學農學院農藝系，臺北市。
2. 楊純明。1994 。玉米田之雜草管理。刊載於「雜糧作物保護研討會專刊」(葉忠川、葉瑩、曾清田主編)，第 99-114 頁。雜糧作物保護研討會 (1993 年 12 月20-22 日)，臺南市。
3. 臺灣省政府農林廳。1945-1993。臺灣農業年報。南投縣中興新村。
4. 蔣永正、呂理燊。1987。臺灣玉米田草相及雜草防治。中華民國雜草學會會刊 8:1-13.
5. Anderson, J. M. and C. G. McWhorter. 1976. The economics of common cocklebur control in soybean production. Weed Sci. 24:397-400.
6. Shibles, R. M. and C. R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production in soybeans. Crop Sci. 5:

575-577.
7. Stoller, E. W., S. K. Harrison, L. M. Wax, E. E. Regnier, and E. D. Nafziger. 1987. Weed interference in soybeans (*Glycine max*). Rev. Weed Sci. 3:155-181.
8. Yang, C.-M., F. C. Chang, L.-H. Pai, H.-P. Horng, and C.-H. Liang. 1992. Effects of shielded spray of paraquat and glyphosate on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.). J. Agric. Res. China 41:241-250.
9. Yang, C.-M., H.-S. Lu, and F.-C. Chang. 1993a. Weed interference on the growth and yield of no-tillage corn (*Zea mays* L.). J. Agric. Res. China 42:146-153.
10. Yang, C.-M., H.-S. Lu, F.-C. Chang, and C.-H. Huang. 1993b. Effects of weeding timing and the numbers of weeding practice on corn yield. Weed Sci. Bull. 14:125-136.
11. Yang, C.M. and H.-S. Lu. 1994. Yield loss in no-till corn due to weed interference and environmental impact. J. Agric. Res. China 43:391-401.

Weed Interference on the Growth and Yield of No-till Corn

Chwen-Ming Yang
Department of Agronomy
Taiwan Agricultural Research Institute Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC

With increasing cropping acreage, unit area production and total yield since 1945, corn (*Zea mays* L.) becomes the major dryland crop grown in Taiwan recently. During its growth, yet, the occurrence of weeds can cause losses by reducing yield, by lowering quality, and by hindering harvest. In 1993, nearly 1.4 billions of New Taiwan dollars were estimated spent for controlling weeds in this crop. It is therefore a need to conduct research on the extent and causes of the losses through weed interference. Additionally it is a primary concern of corn producers in Taiwan to reduce the production costs nowadays. No-till cultivation is one of the solutions that has actually being taken for this purpose. However, the interference of the naturally occurring weed infestations on the process of corn growth should be fully understood before such practice be extensively esteemed. The objectives of this paper are to discuss the effects of weed interference on the growth and yield of no-till corn, and to describe in details the relationships between yield and the duration of weed interference and the amount of weeds occupied in the field.

Key words: Weed interference, No-till, Corn, Growth, Yield.